ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 OCTOBRE 1919.

PRÉSIDENCE DE M. Léon GUIGNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — I. *Sur la stabilisation de l'acroléine* [1]. II. *Procédé empirique de stabilisation*. Note de MM. **Charles Moureu** et **Adolphe Lepape**.

1. Lorsqu'on prépare l'acroléine suivant la méthode classique, en chauffant la glycérine avec un agent déshydratant (bisulfate de potasse, sulfate de magnésie anhydre, acide phosphorique, acide borique, etc.), on obtient un produit huileux jaune verdâtre, à réaction fortement acide, léger et mobile, mais dont la viscosité et la densité croissent rapidement et qui se transforme, dans l'espace de quelques jours, en une résine solide.

Après neutralisation immédiate, puis dessiccation et rectification soignée, l'huile brute précédente fournit l'acroléine pure (Eb. = 52°,4 sous 760^{mm}, $D_{15} = 0,845$), liquide incolore, qui donne spontanément et rapidement naissance au corps solide blanc insoluble appelé *disacryle* [2].

On observe que l'acroléine brute *neutralisée* se conserve mieux que l'acroléine brute acide ou que l'acroléine pure [3]. En étudiant les condi-

---

(1) *Erratum*. — Dans la Note précédente sur le même sujet (*Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 621), à la 5e ligne de bas en haut (au premier sous-titre), au lieu de *résine soluble*, lire *résine insoluble*.

(2) Sur les causes qui orientent la transformation de l'acroléine en résine insoluble (disacryle) ou en résine soluble, et sur les propriétés de ces deux produits de transformation, voir Ch. Moureu et Ch. Dufraisse, *Les modes d'altération spontanée de l'acroléine* (*Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 621).

(3) Pour être valable, cette conclusion doit reposer sur des mesures (densité, résidu de distillation) et non être déduite du simple aspect du liquide, car l'acroléine brute neutralisée se transforme souvent en résine soluble et non en disacryle, de sorte que le liquide conserve son aspect limpide.

tions de ce phénomène, nous sommes parvenus à obtenir empiriquement de l'acroléine brute susceptible de se conserver sans altération notable pendant plusieurs années.

2. Au cours de la déshydratation de la glycérine, il se produit, parallèlement à la réaction principale,

$$\underset{\displaystyle OH}{CH^2} - \underset{\displaystyle OH}{CH} - \underset{\displaystyle OH}{CH^2} = CH^2 = CH - CHO + 2H^2O,$$

de nombreuses réactions secondaires, donnant naissance à un mélange fort complexe de substances, la plupart mal définies et à points d'ébullition élevés. Volatils ou entraînables par la vapeur d'eau issue des réactions (ou éventuellement préexistante dans la glycérine), les nombreux produits secondaires formés se trouvent ensuite en dissolution dans l'acroléine brute.

Parmi ces impuretés, nous avons remarqué que les unes, si elles sont présentes en proportion suffisante, jouissent du pouvoir d'immuniser l'acroléine contre sa transformation en disacryle, tandis que les autres, même s'il n'en existe que des traces, provoquent plus ou moins rapidement sa transformation en résine soluble.

Le problème de la stabilisation empirique de l'acroléine revient donc à conduire la préparation de manière à introduire dans l'acroléine brute la proportion voulue des impuretés utiles, puis à éliminer les impuretés nuisibles.

a. La proportion efficace des impuretés stabilisantes est obtenue en soumettant à une condensation partielle le mélange global des vapeurs issues de la réaction, de telle sorte que ces vapeurs entrent ensuite dans l'appareil liquéfacteur (réfrigérant à eau très froide) à une température voisine de 70°. Dans ces conditions, une partie de l'eau et des produits secondaires à points d'ébullition élevés se trouvent séparés, et l'on entraîne, par la vapeur d'eau restante et avec la vapeur d'acroléine, la dose appropriée (environ 3 pour 100 en poids de l'acroléine brute) des substances stabilisantes [1].

Si les impuretés stabilisantes sont en proportion trop faible, l'acroléine brute se transformera en résine insoluble (disacryle); si elles sont, au contraire, trop abondantes, elles semblent favoriser la transformation en résine soluble.

b. Les impuretés nocives sont éliminées par agitation de l'acroléine brute avec

---

[1] Le mélange stabilisant ainsi introduit dans l'acroléine est très complexe, et nous pensons que le stabilisateur réel n'en constitue qu'une minime fraction.

10 pour 100 en poids de bicarbonate de soude sec [1]. Après cette opération, l'acidité fixe (acidité totale diminuée de celle due à l'anhydride carbonique dissous) tombe à moins de 5 pour 100 de sa valeur initiale, et l'acroléine brute sensiblement neutre ainsi obtenue est pratiquement stable.

L'importance de cette opération ressort du Tableau suivant, qui résume l'évolution de la densité d'échantillons d'acroléine constitués par divers mélanges d'acroléine non neutralisée et d'acroléine neutralisée jusqu'à leur prise en masse gommeuse [2] :

Composition de l'échantillon étudié.		Densité (à 15°)				
Acroléine brute neutralisée. (pour 100).	Acroléine brute non neutralisée (pour 100).	initiale.	après 7 jours.	après 14 jours.	après 1 mois.	Prise en masse gommeuse après :
0	100	0,863	»	»	»	6 jours.
50	50	0,862	0,896	»	»	14 jours.
87,5	12,5	0,860	0,871	0,889	0,940	40 jours.
96,8	3,2	0,858	0,860	0,866	0,872	90 jours.
100	0	0,857	0,858	0,859	0,860	Excellente conservation.

3. La stabilité ainsi obtenue n'est toutefois pas absolue, elle ne persiste que si l'on maintient l'acroléine brute stabilisée à l'abri de l'air, de la chaleur et de la lumière. Malgré la présence du stabilisateur, ces trois agents d'altération déterminent la transformation de l'acroléine en disacryle. Il convient donc de conserver l'acroléine empiriquement stabilisée en récipients métalliques (fer, fer étamé) clos et d'éviter toute élévation exagérée de la température (température inférieure à 30°).

Si l'on observe ces précautions, l'acroléine brute stabilisée se conserve sans altération appréciable pendant fort longtemps. Voici, parmi les très nombreuses vérifica-

---

[1] Ce traitement constitue une neutralisation du produit brut, lequel est très acide, mais il est probable que cette neutralisation s'accompagne de la précipitation de certaines impuretés très actives au point de vue de la transformation en résine soluble (traces de sels métalliques, par exemple. Cf. Ch. Moureu et Ch. Dufraisse, *loc. cit.*).

Les auteurs qui, avant nous, ont préparé de l'acroléine en traitant la glycérine par le bisulfate de potasse ont généralement employé, pour neutraliser l'acroléine brute, de l'hydrate de plomb, ayant surtout en vue l'élimination de l'anhydride sulfureux, toujours très abondant avec le mode opératoire classique (ce gaz, extrêmement absorbable par l'acroléine, en détermine très rapidement la prise en masse gommeuse). Nous avons reconnu que le bicarbonate de soude sec est beaucoup plus efficace pour l'élimination des impuretés nuisibles.

[2] Pour ces mesures, les échantillons d'acroléine sont placés dans des dilatomètres jaugés et maintenus dans un bain à température constante (15°). Les variations de densités sont déduites des contractions du liquide déterminées à intervalles de 7, 14, 30, ... jours.

Chaque accroissement de la densité égal à 0,01 en valeur absolue correspond à une altération de 2,5 à 3 pour 100

tions que nous avons eu l'occasion de faire à ce sujet, quelques chiffres qui indiquent l'ordre de grandeur de la variation de la densité en fonction du temps :

Densité (à 15°) de l'acroléine brute stabilisée

initiale.	après 7 jours.	après 14 jours.	après 1 mois.	après 3 mois.	après 18 mois.
0,860	0,861	0,863	0,866	0,871	0,911
0,855	0,856	0,857	0,858	0,862	0,885
0,859	0,861	0,862	0,863	»	0,895
0,863	0,864	0,865	0,868	»	0,947

Ainsi, dans le cas le plus défavorable du Tableau ci-dessus, la proportion d'acroléine transformée en résine soluble est, après 18 mois, de l'ordre de 25 pour 100. Nous pouvons donc conclure à une excellente conservation du produit.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la chaire d'*Organographie et de physiologie végétales*, déclarée vacante au Muséum national d'Histoire naturelle, par arrêté en date du 31 juillet 1919.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Dr Apert, *L'hérédité morbide*. (Présenté par M. Widal.)

2° J.-B. Charcot, *Missions du « Pourquoi-pas? » en* 1912, 1913 *et* 1914. *États de services de ce navire de* 1908 *à* 1919. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les nombres hypercomplexes à multiplication associative et commutative.* Note de M. A. Chatelet.

De nombreux auteurs, dont récemment MM. Cartan, Frobenius, Autonne, ont étudié les *systèmes de nombres hypercomplexes*

$$X = x_1 e_1 + x_2 e_2 + \ldots + x_n e_n, \tag{1}$$

où les x_i sont des nombres quelconques réels ou imaginaires, et les e_i des symboles vérifiant une loi de multiplication

$$e_p . e_q = \sum_i u_i^{(p,q)} . e_i. \tag{2}$$

Au sujet de recherches d'ordre arithmétique, sur les substitutions à coefficients rationnels ou entiers (mod p) et sur les nombres algébriques, j'ai été amené à étudier des systèmes de nombres hypercomplexes, où les x ne sont plus nécessairement des nombres, mais des éléments d'un *corps* quelconque R.

1. Je considère donc un « *corps* » R (au sens de Veber) (domaine orthoïde, ou pseudo-orthoïde, au sens de König), où la multiplication et l'addition vérifient les règles habituelles, avec existence d'un élément nul o et d'un élément unité 1; la division y est toujours possible, sauf par l'élément nul (pas de diviseur de o), mais p éléments identiques, non nuls, peuvent avoir une somme nulle. Dans un tel corps, les polynomes à plusieurs variables vérifient toujours les règles habituelles de divisibilité. J'admets en outre qu'on sait vérifier par un nombre fini d'opérations déterminées si un polynome de R est irréductible ou décomposable.

Le système ou « domaine » Ω des quantités hypercomplexes est constitué par tous les symboles de la forme (1), la multiplication des e étant définie par les formules (2) et les x et les u étant des nombres de R, qu'on appellera *scalaires*, par opposition aux X appelés hypercomplexes. On admet que l'un des X est égal à 1, de façon que le domaine Ω contienne le corps R. Enfin les u sont supposés tels que la multiplication des X soit associative, et même, dans la présente Note, *commutative*.

Dans ces conditions, on peut faire correspondre aux termes X des substitutions à coefficients scalaires d'ordre n permutables entre elles; aux opérations sur les X correspondent les mêmes opérations sur les substitutions et aux scalaires correspondent les « systèmes simples ». Réciproquement, l'étude d'un système de substitutions, à coefficients dans R, permutables entre elles, peut évidemment être considérée comme l'étude d'un système de nombres hypercomplexes.

Dans le cas où le domaine Ω ne renferme pas de diviseurs de o, on peut établir, en généralisant la propriété bien connue de Galois, que le corps Ω peut être engendré par les fonctions entières, à coefficients scalaires, définies au module F(x) près, d'un élément I du corps, annulant lui-même le polynome F, à coefficients scalaires et irréductible dans R.

2. S'il y a dans Ω des diviseurs de o (qui multipliés par un terme convenable donnent o), il leur correspond des substitutions du déterminant nul.

On peut appeler « idéal » (ou sous-système invariant, d'après M. Cartan) un ensemble de termes de Ω, comprenant la somme et la différence de deux quelconques d'entre eux et le produit de l'un quelconque de ces termes par tout terme de Ω (¹). Un idéal est confondu avec Ω ou ne contient que des diviseurs de o. L'ensemble des multiples d'un diviseur de o est un idéal particulier qu'on peut encore appeler *principal*.

On peut répartir les termes de Ω en « classes » suivant un idéal A et définir des opérations sur ces classes.

Enfin un idéal A est dit premier s'il n'est inclus dans aucun o, ce qui revient à dire que toute classe, suivant A, contient au moins un terme non diviseur de o. Les classes, suivant A, considérées comme éléments, constituent alors un système de nombres hypercomplexes dans R, ne contenant pas de diviseurs de o, donc engendré par les fonctions entières de l'une d'entre elles, $f(1)$. $f(x)$ est un polynome à coefficients scalaires, défini à un multiple près d'un polynome $F_A(x)$, irréductible.

3. On peut établir que, dans Ω, il y a un nombre fini d'idéaux premiers $A_1, A_2, \ldots, A_k$ et tout autre idéal de Ω est contenu dans l'un d'eux au moins. L'idéal commun P est formé de tous les termes « pseudo-nuls » (ou nilpotents) de Ω, c'est-à-dire dont l'une des puissances est nulle. Les classes suivant P constituent un domaine S, à diviseurs de o, mais *décomposable* (au sens de M. Cartan) en domaines $S_1, S_2, \ldots, S_k$ sans diviseurs de o et dont la constitution est respectivement la même que celle des systèmes de classes suivant $A_1, A_2, \ldots, A_k$. Chaque terme de S est d'une seule façon la somme de termes de $S_1, S_2, \ldots, S_k$ et le produit de deux termes quelconques de S_i, S_j est nul.

4. On peut encore préciser ce résultat en montrant qu'on peut trouver des idéaux $B_1, B_2, \ldots, B_k$ inclus respectivement dans chacun des A et non dans d'autres, et n'ayant plus en commun que le seul terme nul. En opérant comme pour les A, on peut *décomposer* le système Ω lui-même en systèmes isomorphes (ou *homomorphes*) respectivement aux systèmes de classes suivant chaque B.

(¹) Cette définition a une analogie manifeste avec celle des idéaux de Dedekind. D'ailleurs, à un certain point de vue, ces derniers peuvent être considérés comme des cas particuliers de ceux introduits dans la présente Note.

Dans le cas où l'idéal A est principal, il en est de même de l'idéal B, qui en est une puissance $p^{\text{ième}}$. Les classes suivant B sont des fonctions entières de l'une d'elles $f(I)$; $f(x)$ défini à un multiple près de $[F_A(x)]^p$. Cette même circonstance se produira si l'on sait *a priori* que les termes de Ω sont des fonctions entières de l'un d'eux. Dans le cas général, l'arithmétique des termes de Ω est encore ramené (comme M. Cartan l'avait déjà établi pour le corps R des nombres réels) à l'étude de l'arithmétique d'un système indécomposable de nombres pseudo-nuls. Cette étude a été entreprise par M. Autonne, et elle ne présenterait dans le cas présent rien de différent.

5. Des considérations analogues peuvent être faites pour les corps constitués par des classes d'éléments dans le corps R, ou à un autre point de vue pour des corps à multiplication non commutative. Enfin tout cela est susceptible de nombreuses applications. J'espère avoir l'occasion de revenir sur ces divers points dont l'étude m'a paru féconde.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les représentations propres par quelques formes quadratiques de Liouville.* Note [1] de M. **E.-T. Bell**, transmise par M. G. Humbert.

Liouville dans son Journal, 1860 à 1864, a donné sans démonstration un grand nombre de formules relatives à $T(n)$, nombre total des représentations de n, et à $P(n)$, nombre des représentations *propres* de n, par des formes quadratiques à 4 et 6 indéterminées. Pepin s'est occupé (*Journal de Mathématiques*, t. VI, 1890) des $T(n)$; je trouve les $P(n)$.

Soit $f(n)$ une fonction de l'entier positif n, telle que $f(n)=(-1)^{\pi(n)}$, ou o, suivant que n est ou n'est pas le carré d'un entier qui n'est pas divisible par un carré >1, et $\pi(n)$ est le nombre des facteurs premiers distincts de n. Alors on voit sans peine que

$$P(n)=\sum_{n} T(d)f(\delta),$$

où $\sum_n$ porte sur tous les couples (d, δ) des diviseurs conjugués de n.

De là, en spécifiant toujours que $T(x)$, $P(x)$ doivent être remplacés

(1) Séance du 20 octobre 1919.

par o quand x n'est pas un entier > 0, je trouve la formule fondamentale

$$P(p_1^{a_1} p_2^{a_2} \ldots p_r^{a_r} n) = \sum_n \left[\prod_{i=1}^{r-1}{}' \{ T(p_i^{a_i}) - T(p_i^{a_i-2}) \} . \{ T(p_r^{a_r} d) - T(p_r^{a_r-2} d) \} \right] f(\delta),$$

où n est premier à $p_1 p_2 \ldots p_r$; le produit Π' est symbolique au sens qui suit : la multiplication entre [ ] faite, chaque produit, tel par exemple que

$$T(p_1^{a_1}) T(p_2^{a_2-2}) \ldots T(p_r^{a_r} d),$$

doit être remplacé par la fonction T du produit des arguments de ses facteurs; ainsi

$$T(p_1^{a_1} p_2^{a_2-2} \ldots p_r^{a_r} d).$$

Donc, si l'on connaît les $T(n)$, on peut en dériver très simplement les $P(n)$.

Toutes les formules $P(n)$ de Liouville se trouvent au moyen du cas spécial où $r = 2$ dans la formule générale. Pour ce cas il y a seize sous-cas, suivant que $a_1, a_2 = 0, 1, 2$, ou $a_1, a_2 > 2$; et ceux-ci donnent les théorèmes en question de Liouville.

Les $T(n)$ dont il s'agit s'expriment par six fonctions numériques, telles que

$$\omega_r(m, l) = \sum_m (d \mid l) d^r, \qquad \omega_r(\pm 2, m) = \sum_m (\pm 2 \mid d) d^r,$$

où m est un entier impair > 0, l un entier impair $\gtrless 0$, et $(a \mid b)$ est le symbole généralisé de Legendre. On peut décomposer chacune de ces fonctions en facteurs, et l'on a, pour le calcul direct des $P(n)$ par la formule fondamentale, des relations telles que

$$\sum_m \omega_r(d, l) f(\delta) = (m \mid l) m^r \prod \left[1 + (p \mid l) \frac{1}{p^r} \right],$$

où Π porte sur tous les facteurs premiers p, distincts, de m.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Sur la viscosité des aciers aux températures élevées.* Note de **P. Chevenard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Comme l'ont établi les expériences de M. Bouasse [1], tous les métaux qui, à température ordinaire, sont du type à *frottement solide* se rapprochent

[1] H. Bouasse, *Sur les métaux du type visqueux* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1905).

du type *visqueux* à mesure que la température s'élève. Je me suis proposé d'étudier les conditions de ce changement dans le cas des aciers ordinaires et spéciaux. Ces recherches, poursuivies aux aciéries d'Imphy de la Société Commentry-Fourchambault et Decazeville, visaient un double but : préciser les conditions du recuit capable d'annihiler, dans une pièce d'acier, les tensions internes créées par la trempe et l'écrouissage; instituer une méthode d'essai permettant de comparer les viscosités à chaud des différents métaux, afin de découvrir des alliages conservant leur rigidité à haute température.

I. La technique expérimentale consiste à enregistrer sur une plaque photographique animée d'un mouvement de translation uniforme, la courbe qui exprime, en fonction du temps, l'allongement visqueux d'un fil métallique maintenu à température constante et chargé d'un poids. Le fil est protégé de l'oxydation par une atmosphère d'azote pur; la charge est imposée sans choc. Pour chaque métal, on exécute une série d'expériences en faisant varier l'état initial du fil (recuit, trempé, revenu), la température et le poids tenseur.

La figure 1 reproduit quelques courbes obtenues dans l'étude d'un acier autotrempant « nickel-chrome ». La vitesse d'extension $v = \frac{1}{L_0}\frac{\partial L}{\partial t}$ (L, longueur; t, temps), importante au départ, diminue au cours de l'essai; et, autant qu'on puisse en juger (les moindres écarts de température ayant une action notable sur la viscosité), les courbes tendent vers une inclinaison constante, à laquelle correspond une vitesse limite V. Mais, il importe de le remarquer, cette conclusion de mes expériences, qui ne mettent en jeu que de faibles allongements (atteignant au plus 2 pour 100), ne peut être généralisée au cas des extensions notables, modifiant d'une manière sensible la section du fil et l'état du métal.

C'est pourquoi, jusqu'à ce que de nouvelles expériences aient précisé la loi des extensions de grande amplitude, la vitesse limite V sera considérée simplement comme un coefficient empirique destiné à caractériser, dans chaque essai, l'intensité des phénomènes visqueux. Pour grouper les résultats relatifs à un métal, pris dans un état déterminé, il suffit de construire les courbes représentant, pour différentes valeurs de la charge, la variation thermique de la vitesse V. Les courbes de la figure 2, ainsi tracées, sont relatives à l'acier « *nickel-chrome* » *recuit à* 700°; elles font ressortir avec netteté comment une faible élévation de température suffit à

faire passer le métal, de l'état pratiquement rigide à l'état nettement mou; elles montrent aussi que la vitesse V, à une température donnée, croît beaucoup plus rapidement que la charge.

II. La rapide ascension des courbes V au delà de 500°-600° laisse

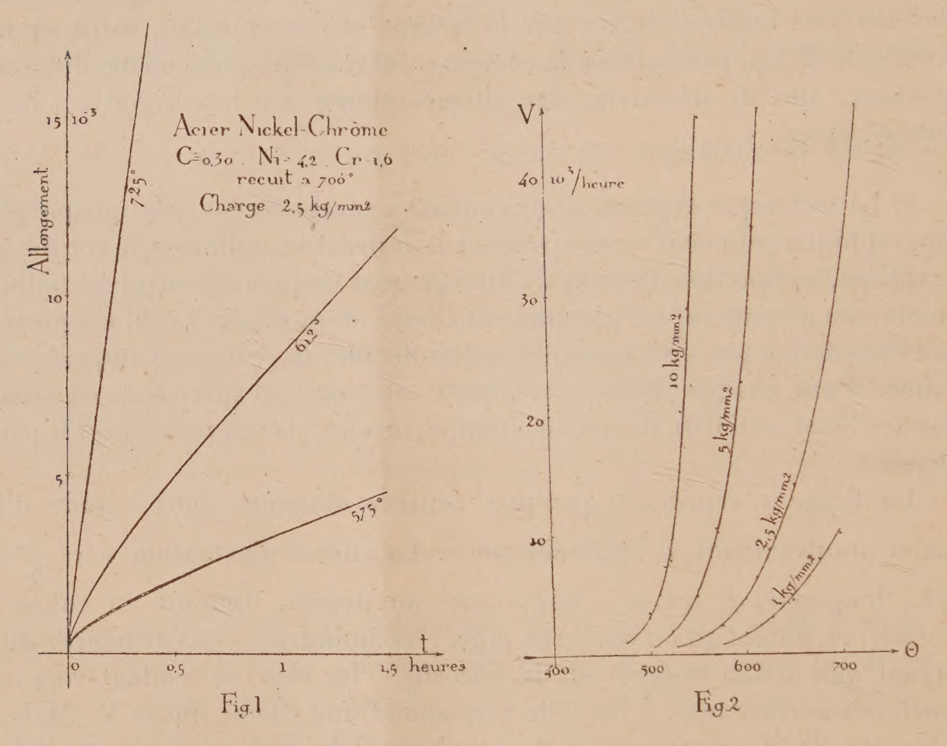


Fig. 1 Fig. 2

prévoir la prompte destruction des tensions internes, dès que la température de recuit atteint celle du rouge.

Pour préciser, cherchons suivant quelle loi décroît la tension initiale d'un fil, maintenu à une température où le métal est mou, quand, après l'avoir étendu, on l'abandonne à lui-même sous longueur constante. Pendant l'intervalle de temps dt, l'extension due à la viscosité $v\,dt$ compense la diminution de l'allongement élastique $\frac{dp}{E}$ résultant de la réduction dp de la charge par unité de section p :

$$v\,dt - \frac{dp}{E} = 0.$$

La solution de cette équation est la durée $t_{p_0}^{p_1}$ du recuit capable de ramener la tension, de la valeur initiale p_0 à une valeur donnée p_1. Le calcul rigoureux de la durée du recuit est impossible, tant à cause de l'incertitude

qui règne sur la valeur du module E aux températures élevées, qu'en raison de la complexité de la loi qui relie la vitesse d'extension à la tension et au temps. Mais pour obtenir *un ordre de grandeur du résultat*, j'ai admis pour E, entre 550° et 700°, une valeur moyenne de 15000 kg : mm²; en outre, j'ai supposé la vitesse d'extension visqueuse indépendante du temps et égale, dans chaque cas, à la limite correspondante V. Cette dernière hypothèse conduit, pour $t_{p_0}^{p_1}$, à une valeur approchée par excès :

$$t_{p_0}^{p_1} = \frac{1}{E}\int_{p_0}^{p_1}\frac{dp}{V},$$

dont l'expression peut être calculée à l'aide des données contenues dans les diagrammes tels que celui de la figure 2. (Il suffit de tracer la courbe auxiliaire exprimant, pour une valeur donnée de la température, la variation de $\frac{1}{V}$ en fonction de p.)

En appliquant cette méthode de calcul aux résultats expérimentaux relatifs à l'acier « nickel-chrome » *recuit à* 700° et *trempé à l'air*, on obtient les nombres suivants :

	t_{1}^{10} ($p_0 = 10$ kg : mm²; $p_1 = 1$ kg : mm²).	
Température.	État recuit à 700°	État trempé à l'air.
°	s	s
550	1020	»
600	200	250
650	74	84
700	38	38

Ainsi, pour tous les aciers proprement dits, ordinaires ou spéciaux, *les aciers rapides exceptés*, le revenu d'adoucissement, effectué dans les conditions usuelles (exposition d'une durée de quelques heures à 600°-700°, refroidissement moyennement lent), suffit largement à assurer la destruction pratique des tensions internes résultant des traitements thermiques et mécaniques antérieurs.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1919 *c* (Borrelly). Note de M. H. Vanderlinden, présentée par M. B. Baillaud.

Les observations suivantes ont été faites à l'équatorial de 0m,38 d'ouverture de l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle, et sont publiées avec l'autorisation de M. le directeur G. Lecointe.

Dates. 1919.	★.	★☾ — ★. Δα.	Δδ.	Nombre de compar.
		m s	′ ″	
Octobre 18.......	1	+4.14,25	+1.12,7	25 : 5
» 22.........	2	+0.54,21	+0.58,3	30 : 6
» 23.........	3	+0.37,95	−1.44,9	25 : 5

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1919.	Temps moyen de Greenwich.	Æ appar.	$\log p_\alpha \Delta$.	D appar.	$\log p_\delta \Delta$.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Octobre 18.....	6.28.53	16. 0.52,62	9,536	+0.36.16,6	0,830
» 22.....	6. 6.56	16.11.49,14	9,521	−1,33.15,6	0,836
» 23.....	6.13.32	16.14.38,29	9,528	−2, 6. 8,9	0,837

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour le commencement de l'année.

★.	Æ moyenne.	Réduction au jour.	D moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
1....	15.56.36,18	+2,19	+0.35. 2,9	+1,0	A.G. Nic., 4035
2....	16.10.52,68	+2,25	−1.34.15,2	+1,3	A.G. Nic., 4090
3....	16.13.58,08	+2,26	−2. 4.25,4	+1,4	A.G. Nic., 4099 (milieu des 2 composantes)

Ces observations sont représentées par mon éphéméride (¹) comme suit :

	O. — C. Δα.	Δδ.
Octobre 18..................	0	+0,8
» 22..................	0	+1,8
» 23..................	0	+1,0

Remarques. — Le 18 octobre, le noyau de la comète est peu net et l'éclat est difficile à estimer par suite de la présence de la brume. Les images sont stables, malgré la faible hauteur de la comète sur l'horizon.

Le 22 octobre, la comète apparaît comme une nébulosité de 1′ de diamètre et dont l'éclat global, estimé au chercheur de $0^m,08$, est de grandeur 8,2. Le noyau est assez net et de grandeur 9,0 environ.

Le 23 octobre, l'observation de la comète s'est faite à travers des nuages. Les pointés sont assez difficiles. La comète est rapportée au milieu des deux composantes de l'étoile de comparaison.

(¹) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 507, 508, 642, 643.

HYDROGRAPHIE. — *Application de la photographie aérienne aux levés hydrographiques*. Note de M. J. **Volmat**, présentée par M. L. Favé.

Sur l'initiative du Service hydrographique de la Marine, des expériences de photographie aérienne et des recherches en mer, pour l'exploitation des photographies, ont été effectuées de juillet à octobre 1919, aux abords de Brest, en vue de déterminer quels services pourraient rendre des clichés pris en hydravions dans les levés des cartes marines.

On a employé l'appareil de 26^{cm} de distance focale pour plaques de 18×24 utilisé aux Armées. Une ceinture de caoutchouc-mousse servait d'intermédiaire élastique entre la chambre noire et l'hydravion.

Les photographies ont été prises dans les conditions suivantes :

Dans la direction verticale, en vue de la facilité de la restitution et surtout pour obtenir un bon enregistrement du fond de la mer; *à haute altitude*, généralement à 2600^m (échelle $\frac{1}{10000}$), afin d'avoir sur la plaque le plus possible de repères pour la restitution; *avec des recouvrements de moitié*, en vue de l'examen stéréoscopique et de la facilité des raccordements; *au voisinage de la basse mer*, pour la recherche des hauts-fonds d'après les différences de teintes et pour la détermination des roches découvrant; *au voisinage de la mi-marée*, pour la recherche des hauts-fonds par l'effet des courants.

Comme nos expériences antérieures effectuées sur la côte sud de France l'avaient fait prévoir, la photographie aérienne se prête à une détermination rapide et exacte des éléments terrestres des cartes hydrographiques : trait de côte, détails de planimétrie, contour des roches découvrant à basse mer.

On a reconnu de plus que les photographies permettent de découvrir des hauts-fonds dangereux pour les navires par l'aspect que présente soit le fond de la mer, soit sa surface.

a. Les fonds sous-marins impressionnent la plaque photographique s'ils sont suffisamment éclairés, ce qui exige que le Soleil soit haut sur l'horizon, et que la mer est calme. La plus grande profondeur à laquelle le fond se voit nettement sur les épreuves obtenues est de 17^m au-dessous du zéro des cartes.

Dans la région explorée, les parties rocheuses sont presque toujours couvertes d'algues de couleur foncée et les hauts-fonds apparaissent comme des taches sombres.

Plusieurs têtes de roche qui avaient échappé aux levés très détaillés et très exacts de ces parages ont été ainsi révélées par la photographie, puis reconnues à la seconde.

Hauts-fonds révélés par la photographie (au-dessous du zéro des cartes).	Fonds correspondants de la carte (¹). (au-dessous du zéro des cartes).	Positions des hauts-fonds.
m	m	
0,7	2,7	A 1500m au S46° W. du 6,3 du Grand Courleau.
0,8	3,8	A 1500m au N78° W du 6,3 du Grand Courleau.
3.0	5,7	A 1400m au N55° E de la balise du Men Briaut.
5,8	8,3	A 1220m au S 3° E de la bouée de la Chaussée des Pourceaux.
4,4	10	A 1010m S10° E de la bouée de la Chaussée des Pourceaux.

b. Par l'effet des courants, les hauts-fonds provoquent à la surface de la mer une agitation et des remous caractéristiques. Des photographies prises au fort des courants de marée permettent de les découvrir d'après les mouvements superficiels auxquels ils donnent naissance. Une tête roche à 8m au-dessous de zéro a pu être trouvée grâce à la photographie du sillage qu'elle produisait (à 90m au S76° E du 3,7 des Deux-Frères).

Il y a lieu de remarquer que, si les reconnaissances à vue directe en hydravion peuvent présenter pour la recherche des hauts-fonds des avantages sur la photographie, elles ne sauraient dispenser de l'emploi de celle-ci qui permet, au cours d'un seul vol, l'enregistrement automatique et précis de vastes étendues.

Les résultats obtenus par la suite comporteront certainement des améliorations et des extensions; mais on peut déjà conclure de ceux qui sont réalisés que la photographie aérienne est appelée à rendre de grands services. Facilitant et améliorant la détermination des éléments terrestres, permettant de découvrir des hauts-fonds, de chercher et d'étudier des passes, elle constituera, en s'appuyant sur les procédés classiques dont elle abrégera l'application, mais auxquels elle ne saurait se substituer, une méthode nouvelle de levé, d'investigation et de contrôle qui prendra, dans l'établissement des cartes hydrographiques, une place importante.

(¹) Carte n° 5159 de l'Hydrographie française.

PHYSIQUE. — *Expériences sur la gravitation.* Note [1] de M. **L. Majorana**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note antérieure, j'ai examiné l'hypothèse d'une absorption possible de l'attraction newtonienne par les masses qu'elle traverse, et évalué l'ordre de grandeur que l'on pourrait attribuer au coefficient d'absorption; ce coefficient serait de l'ordre des 10^{-12}. Cette évaluation était nécessaire pour l'établissement de l'appareil que j'ai réalisé pour mettre le phénomène en évidence, et qu'il me reste à décrire.

Une balance Rueppracht de la portée de 1^{kg} a été enlevée de sa cage originelle et renfermée dans une boîte de métal épais, capable de résister au vide. Il est possible de manœuvrer du dehors de cette boîte, soit la fourchette de soutènement du fléau, soit le petit cavalier de 1^{cg} pour régler le zéro de la balance et déterminer sa sensibilité. Les observations de la sensibilité sont faites par la réflexion de la lumière sur une échelle verticale à 12^{m} de la balance. Celle-ci n'a pas de plateaux; à droite, elle porte, suspendu à son prisme d'acier, un fil de laiton qui soutient une sphère m de plomb pesant 1274^{g}; à gauche, une sphère semblable m' sert de contrepoids. La sphère m est à 1^{m} plus bas que m'; des protections de forme sphérique entourent, sans les toucher, m et m'; de sorte que le système de la balance et des deux sphères, libre d'osciller, peut être entouré par le vide presque parfait. La sphère m a son centre coïncidant avec le centre de figure d'un récipient V en bois, très robuste et de forme cylindrique, ayant son axe vertical; son diamètre et sa hauteur sont d'environ 22^{cm}. Dans V, on peut faire arriver du mercure, qui, lorsque V en est plein, pèse 104^{kg}. Dans ces conditions, le mercure ne touche nullement la protection de la sphère m, puisqu'il y a une seconde protection sphérique, exactement concentrique et un peu plus grande que celle qui maintient le vide autour de m. Cette seconde protection est soutenue par le récipient V. En somme, au point de vue mécanique, le système *balance, sphères m, m'*, est complètement indépendant du système *récipient* V, *mercure*. Il n'est pas possible que des secousses mécaniques, ou des déformations élastiques, se transmettent d'un système à l'autre. En outre : le vide qui entoure la sphère m empêche que la plus petite variation de poussée hydrostatique puisse être provoquée par les variations de température du mercure ou du récipient V; en effet, la

---

[1] Séance du 13 octobre 1919.

poussée manque complètement, par le fait même du vide. Il n'y a même pas la possibilité de perturbations de caractère calorifique, électrique, magnétique, électromagnétique, etc.; elle a été soigneusement étudiée, et au besoin ces causes d'erreur ont été écartées. Le repérage de la position du mercure, relativement à celle de la sphère m, est fait par des contacts électriques et avec des flotteurs qui déplacent des miroirs. Dans aucun cas il n'est possible d'admettre une erreur supérieure à $\frac{2}{10}$ de millimètre dans les positions des différentes parties de l'appareil. La sensibilité de la balance doit être contrôlée très souvent. Elle s'élève, d'après mes dernières expériences, à 171^{mm} par milligramme.

L'ordre de mes expériences est le suivant : je détermine, à l'aide de trois oscillations, la position de repos sans mercure dans le récipient V; je fais affluer le mercure et je détermine la nouvelle position de repos; j'aspire pneumatiquement le mercure et je détermine encore la position de repos; recommençant, je fais affluer le mercure, etc. Je répète ces opérations pendant deux ou trois heures continuellement, lorsque l'on peut jouir d'une tranquillité absolue, c'est-à-dire durant la nuit ou dans les jours de grève générale (utiles pour une fois). Dans ces conditions j'ai pu constater toujours une *diminution* de poids, lorsque la sphère de plomb est entourée par le mercure. Je dois dire que, dans des essais préliminaires, il m'avait semblé pouvoir conclure le contraire, c'est-à-dire constater une *augmentation;* mais ensuite j'avais reconnu que toutes les causes d'erreurs n'avaient pas été écartées, comme elles l'ont été avant les expériences définitives. J'ajoute que l'effet constaté doit être corrigé de certaines influences de caractère newtonien, inévitables. Par exemple il y a toujours une attraction de la masse de 104^{kg} de mercure sur la sphère m' qui sert de contrepoids. Brièvement, je dirai que, en tenant compte de toutes les corrections, *j'ai constaté une diminution de* $0^{mg},0009$ *sur la masse de* 1274^{g} *de plomb, lorsque celle-ci est entourée par* 104^{kg} *de mercure, disposés dans ladite forme cylindrique.* Ça fait une diminution de 7.10^{-10} de toute la masse de plomb; c'est une quantité bien petite, mais il me semble être tout à fait sûr du phénomène.

Pour déterminer la constante h, j'ai procédé ainsi : je substitue à la masse cylindrique de mercure une masse fictive sphérique égale : son rayon résulte de $12^{cm},35$. Après, j'admets que l'épaisseur de mercure traversé par l'action de la gravitation, de chaque élément de la sphère de plomb, soit égale à la différence entre ledit rayon et le rayon de la protection extérieure de m. C'est-à-dire l'épaisseur traversée est $12,35 - 3,95 = 8^{cm},40$. Je suppose, enfin, que l'action de la sphère de plomb, à l'extérieur de mercure,

équivaut à celle d'un point matériel d'égale masse, qui se trouve au centre d'une sphère de $8^{cm},40$ de rayon. C'est, peut-être, une simplification quelque peu arbitraire, mais j'estime son degré d'approximation suffisant pour un premier examen du phénomène. Disant m_v la masse vraie du plomb (1274^g), avec l'hypothèse de l'amortissement, on aura pour la masse apparente m_a

$$m_a = m_v e^{-hdr},$$

où h est le coefficient d'amortissement, par unité de densité, d la densité du mercure, $r = 8^{cm},40$. Puisque r est très petit (en comparaison avec les dimensions des astres), il est permis de développer en série le facteur exponentiel et de négliger les termes d'ordre supérieur au premier; on a donc

$$m_a = m_v(1 - hdr); \qquad \varepsilon = m_v - m_a = m_v hdr.$$

Or, ε est la variation de poids (ou de masse) constatée; on connaît donc toutes les quantités de la précédente équation, en dehors de h. Nous avons donc

$$h = \frac{\varepsilon}{m_v dr} = \frac{9.10^{-7}}{1274.13,6.8,4} = 6,18.10^{-12}.$$

Cette valeur coïncide d'une manière frappante avec l'ordre de grandeur prévu.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Sur les ondes planes latéralement indéfinies, à vibrations pendulaires, que la réflexion et la réfraction associent à un ou deux systèmes analogues donnés d'ondes incidentes.* Note de M. **Eligio Perucca**, présentée par M. Boussinesq.

I. M. L. Roy a observé (1) que la solution classique du problème de la réflexion et de la réfraction par ondes planes périodiques, à la surface plane de séparation $z = 0$ de deux milieux O, I, homogènes et isotropes, contient un appel implicite à l'expérience, en ce sens qu'une onde incidente étant donnée, on admet, *a priori*, l'existence d'une onde réfléchie et d'une onde réfractée. M. Roy démontre que cet appel implicite à l'expérience n'est pas nécessaire; la théorie seule nous porte à la conclusion suivante : Étant donnés les paramètres directeurs l, m, n (dont deux seulement, l, m sont indépendants) d'une onde incidente [1], coexistent avec cette onde trois ondes [2], [3], [4] ayant les paramètres directeurs : $l, m, -n$; l_1, m_1, n_1;

(1) *Comptes rendus*, t. **166**, 1918, p. 675.

l_1, m_1, $-n_1$, respectivement avec les relations $l_1 = l$, $m_1 = m$. L'onde [2] est l'onde réfléchie, l'onde [3] est l'onde réfractée. L'existence et les paramètres directeurs de ces ondes sont ainsi déterminés sans ambiguïté par la théorie seule. Mais cette théorie, ainsi développée, conduit à la coexistence, avec les trois ondes [1], [2], [3], d'une quatrième onde [4]. La théorie ordinaire et l'expérience donnent comme coexistantes seulement les ondes [1], [2], [3].

On obtient le même résultat en considérant les amplitudes. Les ondes théoriquement coexistantes sont au nombre de quatre : [1], [2], [3], [4]. L'amplitude de chaque onde dépend de deux paramètres indépendants, donc huit paramètres en tout. Entre ces huit paramètres, il n'existe que quatre conditions indépendantes aux limites; donc quatre paramètres restent arbitraires, par exemple les amplitudes de deux ondes parmi les quatre existantes. La théorie ordinaire est un cas tout à fait particulier de la théorie générale ; et on l'obtient en posant = o l'amplitude de l'onde [4].

M. Roy conclut : « Il resterait à expliquer pourquoi c'est seulement ce cas particulier qui correspond aux faits expérimentaux. »

Or je désire faire observer que, au contraire, l'expérience s'accorde parfaitement avec la théorie générale; seulement les expériences conduites d'une manière tout à fait particulière, mais qui est la plus commune, s'accordent avec la théorie ordinaire correspondant au cas : *amplitude de l'onde* [4] = o. En effet, dans les expériences ordinaires, on fait tomber une onde lumineuse à la surface de séparation des deux milieux, mais en évitant, en même temps, que, dans le champ des expériences, ne parviennent d'autres ondes incidentes. Avec cette disposition, on comprend que l'entrée est interdite à l'onde [4]; donc on pourra écrire les quatre conditions indépendantes aux limites entre six paramètres seulement, qui caractérisent les trois ondes [1], [2], [3]. On a ainsi la théorie exposée dans tous les livres d'optique.

Exécutons, au contraire, l'expérience de cette manière : faisons tomber l'onde incidente [1] sans empêcher, par des écrans placés à dessein, l'accès de toute autre onde incidente (1).

(1) Les réflexions subtiles dans lesquelles s'engage ici M. Perucca, et qu'il avait déjà *amorcées*, pour ainsi dire, ne me semblent pas indispensables. Comme le système [4] exprime des ondes *incidentes*, propagées du second milieu vers le premier, et que les circonstances offertes par les ondes *incidentes* constituent *essentiellement* les *données* du problème de la réflexion et de la réfraction, ce système [4] est d'ordinaire nul par le fait même que l'énoncé des problèmes ne le mentionne pas. (J. Boussinesq.)

Les ondes [2] et [3] sont encore déterminées univoquement en direction et sens, mais on ne peut en connaître l'amplitude tant que l'on ignore si, à la partie réfléchie de l'onde [1], se superpose une partie réfractée provenant d'une onde [4], qui, cette fois, n'ayant pas été exclue *a priori*, peut éventuellement exister. De même pour l'amplitude de l'onde [3]. En ce cas, il n'est plus permis d'écrire les conditions aux limites en y introduisant seulement les amplitudes de l'onde incidente [1] et des ondes [2] et [3]; la théorie ordinaire est en défaut. L'expérience suit alors la théorie générale développée par M. Roy et les amplitudes des ondes [2], [3] ne sont déterminées que lorque l'on connaît l'*amplitude de l'onde* [1] *et celle de l'onde* [4].

PHYSIQUE. — *Comparaison des températures d'explosion calculées à partir des chaleurs spécifiques et des températures d'explosion calculées à partir des pressions explosives.* Note [1] de M. **Henri Muraour**, présentée par M. Vieille.

Les températures d'explosion peuvent être calculées par deux voies différentes : 1° à partir de l'équation théorique de décomposition et des chaleurs spécifiques des gaz; 2° à partir de la pression mesurée à la bombe et du volume gazeux dégagé par l'explosif.

On admet, en général, à la suite des travaux de MM. Mallard et Le Chatelier et Sarrau, que les deux modes de calcul conduisent à des valeurs de t très voisines, sinon identiques, tout au moins en ce qui concerne les explosifs à combustion complète pour lesquels, la dissociation étant négligeable sous haute pression, il semble qu'on puisse prévoir, sans doute possible, l'équation de décomposition.

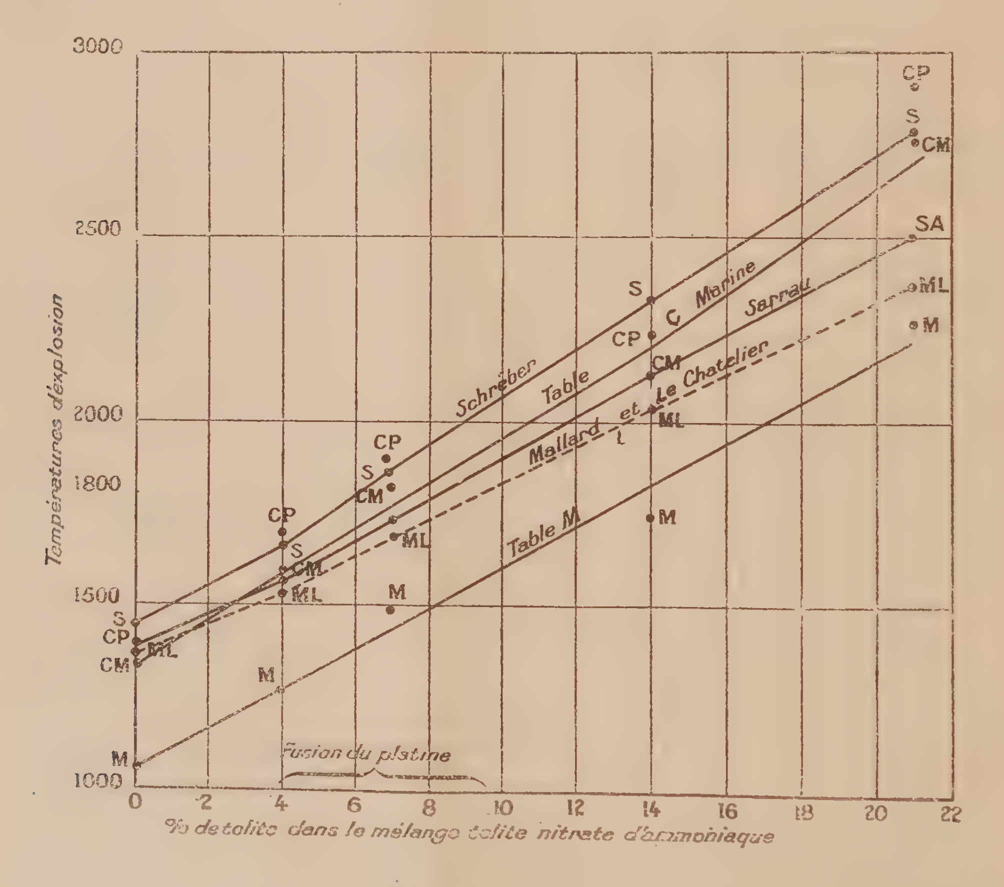
Les considérations suivantes nous ont amené à reprendre l'étude de cette question : 1° les pressions utilisées dans les travaux de MM. Mallard et Le Chatelier et de M. Sarrau ont été obtenues alors que débutait la science des explosifs, elles n'ont pas été déterminées avec la Table de tarage des crushers manométrique actuellement réglementaire, Table dont l'usage est beaucoup plus récent; 2° des doutes ont été élevés sur la valeur réelle des pressions indiquées par la Table manométrique. On a proposé de nouvelles Tables de tarage dites Tables C, obtenues en écrasant les crushers par un poids tombant en chute libre. Ces Tables diffèrent d'environ

(1) Séance du 20 octobre 1919.

20 pour 100 par excès de la Table manométrique; 3° enfin, si la variation des chaleurs spécifiques des gaz avec la température est aujourd'hui indiscutable, la valeur réelle des chaleurs spécifiques à haute température ne semble pas encore fixée avec certitude.

Les travaux exécutés par Langen, Schreber et Pier conduiraient à admettre pour les chaleurs spécifiques des valeurs notablement plus faibles que celles déduites des formules de Mallard et Le Chatelier et de Sarrau.

Ces diverses considérations nous ont amené à comparer les températures d'explosion calculées : 1° à l'aide des chaleurs spécifiques de Mallard et Le Chatelier et des chaleurs spécifiques de Sarrau; 2° à l'aide des chaleurs



spécifiques proposées par Schreber; 3° à partir des pressions Table manométrique; 4° à partir des pressions Tables C (Table C dressée au Laboratoire central de la Marine et Table C du Laboratoire central des Poudres).

Les essais ont été exécutés sur un mélange tolite-nitrate d'ammoniaque à

combustion complète et sur le même mélange additionné de quantités croissantes de nitrate d'ammoniaque pour en abaisser la température. On a tenu compte, dans les calculs, de l'amorce de poudre noire à combustion complète (surdosée en salpêtre).

Dans les calculs exécutés à partir de la pression, on a admis la validité de l'équation simplifiée de Clausius, $p = \frac{RT}{V - \alpha}$.

Le covolume a été pris égal au $\frac{1}{1000}$ du volume spécifique, règle ordinairement suivie et que Daniel Berthelot a montré être justifiée en ce qui concerne les gaz des explosions.

On a tenu compte du volume des sels de la poudre noire.

Résultats des essais et conclusions. — L'examen des résultats conduit aux conclusions suivantes :

1° Les chiffres calculés à partir des chaleurs spécifiques de Mallard et Le Chatelier ou de Sarrau sont nettement supérieurs aux chiffres calculés à partir des pressions Table manométrique. Vers 1500°, les températures Mallard et Le Chatelier ou Sarrau se confondent avec les températures calculées à partir des pressions Table C. L'allure du graphique semble indiquer que pour des explosifs à température d'explosion élevée, la température pression M doit se trouver au-dessus de la température Mallard et Le Chatelier. Le fait a été vérifié avec un explosif à combustion complète, la dynamite-gomme (92,5 — 7,5) :

Température calculée à partir des chaleurs spécifiques de Mallard et Le Chatelier	3213°
Température calculée à partir de la pression Table manométrique	3564
Avec les chaleurs spécifiques de Sarrau on obtient $t =$	3545
Avec les chaleurs spécifiques de Schreber on obtient $t =$	3943
La Table C Marine donne	4334
La Table C Poudres donne	4526

2° *Tout au moins dans la région voisine de* 1500°-1700° *le calcul effectué, soit à partir des chaleurs spécifiques Mallard et Le Chatelier ou Sarrau, soit à partir de la pression Table manométrique, conduit à des températures qui sont certainement au-dessous des températures réelles.*

En effet, en introduisant dans la bombe, au cours des essais effectués avec le mélange à 7 pour 100 de tolite, un fragment de toile métallique en platine (fils de $0^{mm},20$ de diamètre), *nous avons constaté une fusion partielle des fils.* La température d'explosion est donc certainement supérieure à 1750°, point de fusion du platine.

Le calcul à partir de la pression manométrique indiquant 1486°, cette expérience conduit donc *soit à modifier la valeur de la pression, soit à mettre en doute la loi adoptée pour représenter la compressibilité des gaz à haute température et sous haute pression.*

3° Les températures calculées à partir des chaleurs spécifiques de Schreber sont entre 1300° et 2700° en accord satisfaisant avec les températures calculées à partir des pressions Table C.

TOXICOLOGIE. — *Sur la transformation de l'acide cyanhydrique en acide sulfocyanique au cours des putréfactions cadavériques; expériences faites in vitro.* Note (¹) de M. **Chelle**, présentée par M. Charles Moureu.

Tous les traités classiques de toxicologie s'accordent à dire que l'acide cyanhydrique disparaît ou du moins est dissimulé à ses réactions très rapidement, dans les tissus, après la mort. On suppose généralement qu'il se décompose ainsi en acide carbonique et ammoniaque en passant, peut-être, sous la forme préalable de formiate.

Frappé de la lenteur relative avec laquelle l'acide cyanhydrique s'hydrate, *in vitro*, en se changeant en acide formique, par comparaison avec la vitesse de transformation du même acide dans le cadavre, — les conditions de température étant semblables — vitesse que n'expliqueraient pas les phénomènes fermentaires, qui seraient plutôt ralentis par CyH, nous avons pensé que c'était vraisemblablement par un tout autre processus que celui de la fixation d'eau, avec oxydation ultérieure, que cet acide était transformé dans la putréfaction cadavérique.

Or le fait le plus précoce qui frappe l'observateur dans l'examen, même le plus sommaire, de cette putréfaction, est la production rapide et abondante de produits sulfhydriques.

Partant de ces deux faits bien établis et, d'autre part, de la facilité avec laquelle l'acide cyanhydrique se transforme en acide sulfocyanique sous l'influence des dérivés sulfhydriques, nous avons eu l'idée, jusqu'à présent insoupçonnée par les divers auteurs qui se sont occupés du sujet, que la transformation de CyH dans le cadavre pouvait se faire non dans le sens acide formique puis acide carbonique, comme on le croyait, mais dans le sens acide sulfocyanique.

Pour vérifier cette hypothèse nous avons d'abord institué une méthode

(¹) Séance du 20 octobre 1919.

permettant de doser séparément des traces de CyH et de CSNH dans un milieu complexe. On dose d'abord CyH, puis on ajoute au milieu un oxydant approprié, qui transforme CSNH en CyH que l'on dose.

Expériences faites sur le sang in vitro. — Avant d'intoxiquer des animaux avec l'acide cyanhydrique pour en étudier la disparition au cours de la putréfaction, nous avons préféré ajouter à du sang des quantités bien déterminées de ce toxique, le phénomène de la putréfaction étant en effet le même dans les deux cas.

Du sang de bœuf défibriné a été additionné de CyK et de CSNK à doses variables, puis nous avons recherché ces substances après 10 jours et même 30 jours.

Technique. — Sang 20^cm³ + solution chaude d'acide picrique à 5 pour 100 : 30^cm³ + eau q. s. p. 100^cm³. Agiter, filtrer et rechercher simultanément CyH ayant résisté à la putréfaction et CyH dissimulé, libérable seulement après oxydation chromique.

	Milligrammes de CyH théorique par litre.	Jour du dosage.	CyH existant.	CyH dissimulé libérable par l'acide chromique.
Sang normal (1)		1er	0	0
		10^e	0	0
		30^e	0	0
Sang normal + CyK	50^mg	1er	50,3	0
		10^e	39,15	8,1
		30^e	27,9	18,2
Sang normal + CyK (2)	25	1er	24,3	0
		10^e	0	24,3
Sang normal + CyK	10	1er	9,18	0
		10^e	0	9,18
Sang normal + CSNK (3)	25	1er	0	25,65
		10^e	0	24,3
		30^e	0	23,05
Sang normal + CSNK	10	1er	0	9,72
		10^e	0	9,72

Cet acide cyanhydrique, qui semble détruit par la putréfaction, qui réapparaît sous l'action oxydante de CrO^3 et que jusqu'à maintenant nous avons appelé *acide cyanhydrique dissimulé*, doit provenir d'une transformation partielle ou totale du cyanure en sulfocyanate d'après notre hypothèse.

Nous avons vérifié ce fait, en précipitant dans les échantillons 1, 2 et 3 les matières albuminoïdes par l'acide trichloracétique, et en recherchant CSNH dans le filtrat par la réaction des sels ferriques. Seuls les échantillons 2 et 3 ont donné une réaction positive. Les $24^{mg},3$ de CyH, dissimulés dans le sang n° 2, provenaient donc bien d'une transformation de CyH en CSNH.

Conclusions. — Au cours des phénomènes putréfactifs, l'acide cyanhydrique et les cyanures alcalins sont détruits ou transformés.

Cette transformation, qui commence très vite, est partiellement réversible, c'est-à-dire que son produit est susceptible de régénérer l'acide cyanhydrique qui lui correspond par un traitement approprié (action de l'acide chromique ou des chromates en milieu acide).

Le produit de la transformation de l'acide cyanhydrique est de l'acide sulfocyanique provenant de l'action, sur le premier de ces acides, des éléments sulfhydriques de la putréfaction.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique des environs de Tilouanet (Oran).* Note de M. L. **Joleaud**, présentée par M. Émile Haug.

La tectonique de la région pétrolifère de Tilouanet, située au sud de Rélizane (Oran), a fait, il y a 20 ans, l'objet de deux courtes Notes de MM. Brives [1] et Fabre [2].

M. Brives a insisté sur une faille jalonnée par du Trias et faisant butter le Cartennien, l'Helvétien et le Tortonien contre le Sénonien. M. Fabre a conclu à l'existence d'un dôme crétacé à noyau triasique arasé, une première fois, par la mer cartennienne, une seconde fois, par la mer helvétienne. Depuis, M. Dalloni [3] a admis que les lambeaux triasiques de la région reposaient sur le Crétacé.

Ayant eu tout dernièrement à faire l'étude microscopique des carottes rapportées par la sonde de différents forages effectués au lieu dit Msila, à l'est de Tilouanet, j'ai constaté que les marnes grises schisteuses helvétiennes y renferment fréquemment des cristaux de quartz à extinction tordue, qui indiquent un dynamométamorphisme intense. Les nombreux Foraminifères (*Lagena*, *Nodosaria*, *Miliola*, *Cristellaria*, etc.), que j'y ai observés, ont souvent leurs cloisons brisées, ce qui témoigne des fortes pressions subies par la roche encaissante; en outre, de la magnétite de formation secondaire en remplit les fissures ou les vacuoles.

---

(1) *Bull. Soc. Géol. France*, 3e série, t. **17**, 1899, p. 128.

(2) *Ibid.*, p. 323.

(3) *Carte Géol. Algérie*, feuille **156**, Rélizane, 1911.

Au-dessous de ces marnes viennent des grès calcaires, riches en glauconie, où les microorganismes font à peu près défaut.

Les forages ont traversé ensuite une véritable brèche formée de morceaux de calcaires compacts, dont les éléments portent l'empreinte de surfaces de trituration très nettes. Plus bas, ils ont atteint les marnes bariolées gypsifères du Trias, puis une nouvelle brèche de friction renfermant des grès siliceux, des grès ferrugineux, beaucoup de calcaire, de la glauconie. De la magnétite et de l'oligiste y ont cristallisé secondairement, tandis que du gypse a imprégné la masse. Enfin les sondages sont arrivés dans le Crétacé, probablement dans le Sénonien.

L'examen microscopique des roches démontre ainsi l'existence indiscutable de phénomènes de charriage dans la région de Tilouanet. Entre une nappe formée de marnes et de grès miocènes et le substratum crétacé est venue s'insinuer ici une lame de Trias, qu'encadrent deux assises de brèches.

M. Gentil, qui a bien voulu examiner mes plaques minces de roches de Tilouanet, y voit des modifications structurales par dynamométamorphisme comparables à celles qu'il avait signalées dans nombre de roches cristallines du Nord de l'Algérie, gneiss du Tessala et de Teniet el Haad, andésites permiennes de Miliana, diorites et gabbros de nombreux affleurements triasiques (1).

Tous ces faits d'ordre pétrographique, aussi bien ceux définis dans la thèse de M. Gentil, que ceux signalés ci-dessus à propos de la région de Rélizane, viennent confirmer l'existence de phénomènes de charriage dans l'Afrique du Nord.

On sait que le régime des nappes s'est étendu à presque toute l'ancienne zone géosynclinale du Tell barbaresque (2). Il n'avait été signalé jusqu'à présent, en Oranie, que dans l'Atlas tellien littoral [région entre la basse Moulouya et la basse Tafna (3), sahels d'Oran et d'Arzeu (4)]. Les sondages de Tilouanet montrent qu'il a affecté également l'Atlas tellien intérieur, jusqu'au voisinage de la grande plate-forme jurassique de la Meseta de Saïda.

J'ai depuis longtemps signalé des faits analogues en Numidie, où j'ai distingué la nappe de la chaîne Numidique et celle des monts de Constantine (djebel Ouach, etc.) (5). La première fait partie du même système que

---

(1) L. Gentil, *Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna* (*Thèse Fac. Sc., Paris,* 1902, p. 62, 72, 100, 205 et suiv., sp. 267-268).

(2) L. Gentil et L. Joleaud, *Rev. gén. Sc.*, 29e année, 15 octobre 1918, p. 533-540.

(3) L. Gentil, *Comptes rendus*, t. 146, 1908, p. 712; t. 151, 1910, p. 781; t. 156, 1913, p. 965.

(4) L. Gentil et L. Joleaud, *loc. cit.*, p. 537.

(5) L. Joleaud, *Étude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine* (*Thèse Fac. Sc.*, *Paris*, 1912, p. 356-389).

la nappe littorale oranaise, à laquelle elle se relie par les nappes des Babors, du Djurdjura, du Chenoua, de Tenes. La seconde se continue dans les Biban, l'Atlas de Blida, les Zaccars, l'Ouarsenis et, en Oranie, dans la région de Tilouanet.

Le Lias, qui joue partout un rôle capital dans la constitution de la nappe littorale, est à peine représenté à Constantine et ne se retrouve pas à Tilouanet. Ici comme là participent au régime des nappes le Trias, le Barrémien, l'Aptien, le Cénomanien, le Sénonien, etc.

Les charriages oranais, comme l'indique l'examen miscroscopique des roches de Tilouanet, sont postérieurs aux marnes helvétiennes. Ils sont évidemment du même âge que ceux des autres régions de l'Algérie, c'est-à-dire post-helvétiens et anté-tortoniens.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les relations du vent avec le gradient dans les couches basses de l'atmosphère.* Note de M. C.-E. **Brazier**, présentée par M. E. Bouty.

Dans une Note précédente [1] j'ai essayé de montrer que la vitesse du vent dans les couches d'air voisines de la surface du sol dépend non seulement du gradient, mais encore de la loi suivant laquelle la température de l'atmosphère varie en fonction de la hauteur. La direction du vent devant être affectée par les causes qui agissent sur sa vitesse, je me suis proposé de rechercher les variations subies par l'angle formé par la direction du vent avec celle du gradient sous l'influence, d'une part, des variations de cet élément, et, d'autre part, des changements dans la distribution verticale des températures.

Les nombres contenus dans le Tableau ci-contre résultent de la discussion de 504 observations simultanées faites à 7^h en décembre à la terrasse du Bureau Central météorologique et au sommet de la Tour Eiffel pendant les vingt années 1889-1908. Ces observations ont été réparties en douze groupes d'après les valeurs du gradient et du décroissement de la température. Dans chaque groupe j'ai fait les moyennes arithmétiques : 1° du décroissement de la température ; 2° des éléments nécessaires au

---

(1) *Influence de la distribution verticale des températures sur les vitesses du vent mesurées au voisinage du sol* (*Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 1160).

calcul de la vitesse du vent correspondant au gradient (vitesse théorique) [1]; 3° des projections des vitesses du vent observées aux deux stations sur la direction du gradient et sur la direction perpendiculaire. C'est à l'aide de ces projections qu'ont été calculés les angles formés par la direction du vent avec celle du gradient.

Variation de l'angle du vent et du gradient au Bureau Central et à la Tour Eiffel en fonction du gradient et de la distribution verticale des températures.

	Décroissement de la température entre le niveau des toits et le sommet de la Tour Eiffel.	Vitesse théorique du vent.	Angle du vent avec le gradient. B. C. M.	Angle du vent avec le gradient. Tour Eiffel.	Nombre d'observations.
	°	m	°	°	
Gradients compris entre 0,2 et 0,9.	2,50	5,88	49	56	46
	0,58	5,89	27	62	36
	—2,75	5,50	13	59	32
Gradients compris entre 1,0 et 1,7.	2,37	11,15	42	60	105
	0,71	11,68	36	70	59
	—2,96	11,36	24	74	46
Gradients compris entre 1,8 et 2,5.	2,34	18,22	53	62	69
	0,66	17,15	47	70	34
	—3,27	17,35	35	72	22
Gradients compris entre 2,6 et 4,5.	2,10	27,76	55	61	36
	0,81	26,53	45	61	11
	—2,78	24,23	43	73	8

I. *Direction du vent à la terrasse du Bureau Central.* — Près du sol, le vent fait avec le gradient un angle vers la droite qui, à gradient constant, croît à mesure que le décroissement de la température est plus fort.

La variation que subit cet angle pour une variation donnée du décroissement de la température, le gradient restant invariable, est d'autant plus grande que ce dernier est plus faible.

Pour une distribution donnée des températures suivant la verticale, le

---

[1] J'ai calculé cette vitesse d'après la formule $\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial n} = 2\omega V \sin\varphi$ dans laquelle ρ représente la densité de l'air, $\frac{\partial p}{\partial n}$ le gradient, ω la vitesse angulaire de rotation de la Terre, φ la latitude et V la vitesse théorique. On sait que cette vitesse est dirigée perpendiculairement au gradient. J'ai négligé la courbure des isobares me réservant de revenir ultérieurement sur ce point.

vent se rapproche de l'isobare quand le gradient augmente, et d'autant plus rapidement que l'inversion de température est plus accentuée.

II. *Direction du vent au sommet de la Tour Eiffel.* — A 300ᵐ au-dessus du sol, pour une valeur donnée du gradient, les variations que subit, du fait des changements dans la distribution verticale des températures, l'angle des directions du vent et du gradient, sont beaucoup plus faibles que celles que l'on constate au niveau des toits. Le vent tend à se rapprocher de l'isobare à mesure que l'inversion de température devient plus prononcée, tandis qu'à la terrasse du Bureau Central c'est l'inverse que l'on constate.

En ce qui concerne l'action des variations du gradient à distribution invariable des températures, il semble préférable d'attendre pour se prononcer que le travail soit étendu à un nombre d'observations plus considérable.

III. *Variation de la direction du vent dans la couche de* 300^m. — M. Angot a depuis longtemps montré que le vent au sommet de la Tour Eiffel fait avec le vent mesuré à la terrasse du Bureau Central un angle vers la droite dont la valeur moyenne est en gros de $\frac{1}{16}$ de circonférence. Cet angle subit une variation diurne très nette ainsi que le montrent les nombres ci-dessous résultant de dix années d'observations, et représentant les écarts à la moyenne diurne de l'angle des directions du vent observées au Bureau Central et à la Tour Eiffel. Ces écarts ont été affectés du signe — quand la direction à 300^m est plus rapprochée de la direction mesurée près du sol.

Variation diurne de l'angle formé par les directions du vent relevées au Bureau Central et à la Tour Eiffel pendant *les dix années* 1891-1900 :

3^h.	6^h.	9^h.	12^h.	15^h.	18^h.	21^h.	24^h.
+13°	+15°	—3°	—11°	—10°	—10°	—3°	+8°

On peut supposer que cette variation diurne est le résultat de celle que subit la distribution verticale des températures dans la couche d'air séparant les deux stations. La discussion ci-dessus apporte une preuve *directe* de l'exactitude de cette hypothèse : il résulte, en effet, des nombres contenus dans le Tableau reproduit au début de cette Note que l'angle formé par les directions du vent relevées au Bureau Central et à la Tour Eiffel est d'autant plus petit que la température décroît plus rapidement entre le niveau des toits et le niveau de 300^m.

Mais l'examen de ces nombres conduit à un autre résultat qui, à ma con-

naissance, n'a pas été mis jusqu'ici en évidence : à savoir que *pour une distribution donnée des températures dans la couche de* 300^{m}, la variation de la direction du vent quand on s'élève dans l'atmosphère est fonction de la grandeur du gradient et d'autant plus petite que le gradient est plus fort.

Je me propose de revenir ultérieurement sur les rapports entre les vitesses du vent observées et la vitesse théorique; cependant je pense, dès à présent, être en mesure d'affirmer que la hauteur à laquelle est atteinte la vitesse correspondant au gradient est une fonction complexe de la distribution verticale des températures et de la grandeur du gradient. Le niveau auquel on rencontre cette vitesse tend à s'élever quand le gradient augmente et quand la distribution verticale des températures se rapproche de la distribution adiabatique; il tend au contraire à s'abaisser quand le gradient diminue et quand le décroissement de la température devient moins accentué. L'étude des variations concomitantes de la température et de la vitesse du vent dans la couche de 300^{m} conduit en effet à admettre que *toute variation dans la distribution verticale des températures au voisinage du sol*, affectant une couche d'air d'épaisseur même faible, fait sentir son action sur la répartition verticale des vitesses du vent jusqu'à un niveau relativement élevé et entraîne une redistribution complète des vitesses depuis le sol jusqu'à une hauteur qui paraît dépasser celle à laquelle le vent du gradient est atteint.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations faites à Buenos-Ayres pendant l'éclipse annulaire de Soleil du* 3 *décembre* 1918. Note de M. J. **Ubach**, présentée par M. Bigourdan.

Le 3 décembre 1918, on mit, au Séminaire de Villa-Devoto (Buenos-Ayres), un soin tout spécial à observer les variations de la déclinaison pendant l'éclipse annulaire de Soleil. L'instrument employé est un magnétomètre Chasselon, appartenant au Bureau Météorologique, et destiné à l'expédition scientifique des îles Orcadas. Il fut soigneusement installé et préservé de l'influence de toute masse de fer. Des observations très fréquentes furent faites chaque jour, de 7^{h} à 19^{h}, du 30 novembre au 4 décembre, par l'ingénieur chilien, le P. Abel M. Montes et quelques aides dûment renseignés. La variation de la déclinaison pendant la durée de l'éclipse est tout à fait intéressante. Je donne ici les lectures de l'instrument en parties de l'échelle arbitraire qu'il comportait, et les lectures qu'on aurait probablement observées si la variation eût été normale :

Heure.	Variation (vers l'Est) normale diurne (val. prob.).	observée.	Heure.	Variation (vers l'Est) normale diurne (val. prob.).	observée.
h m			h m		
9. 0.....	+ 0,5	0	10.55.....	+ 5,0	— 4,5
5.....	+ 0,5	0 (1)	11. 0.....	+ 5,0	— 4,5
10.....	+ 0,5	0	5.....	+ 5,5	— 4,5
15.....	+ 0,5	0	10.....	+ 6,0	— 3,5
20.....	+ 0,5	0	15.....	+ 6,0	— 3,5
25.....	+ 0,5	0	20.....	+ 6,5	— 3,5
30.....	+ 1,0	0	25.....	+ 7,0	— 3,5
35.....	+ 1,0	0	30.....	+ 7,5	— 3,5 (4)
40.....	+ 1,0	+ 1,0	35.....	+ 7,5	— 3,5
45.....	+ 1,5	0	40.....	+ 8,0	— 3,0
50.....	+ 1,5	0	45.....	+ 8,5	— 2,5
55.....	+ 1,5	0	50.....	+ 9,0	— 2,5
10. 0.....	+ 2,0	— 1,0	55.....	+ 9,5	— 2,5
5.....	+ 2,0	— 3,5 (2)	12. 0.....	+ 9,5	— 1,0
10.....	+ 2,5	— 3,5	5.....	+10,0	— 1,0
15.....	+ 2,5	— 4,5	10.....	+10,5	— 0,5
20.....	+ 3,0	— 4,5	15.....	+10,5	+ 2,0
25.....	+ 3,0	— 4,5	20.....	+11,0	+ 2,0
30.....	+ 3,5	— 4,5	25.....	+11,0	+ 2,0
35.....	+ 3,5	— 2,5	30.....	+11,5	+ 8,0
40.....	+ 4,0	— 3,5	35.....	+11,5	+ 8,0
45.....	+ 4,0	— 5,5	40.....	+12,0	+11,0
50.....	+ 4,5	— 4,5 (3)	45.....	+12,0	+11,0 (5)

Il est aisé à voir que l'aiguille montre une tendance vers l'Ouest dès le commencement de l'éclipse, surtout dès 10^h, lorsqu'une partie importante de la surface solaire était déjà occultée. La déviation occidentale va en augmentant jusqu'à la phase maxima ou annulaire. A partir de cet instant, l'aiguille revient vers l'Est, lentement d'abord, puis plus rapidement, lorsque la moitié de la surface du Soleil est découverte, et plus rapidement encore quand elle atteint sa valeur normale à la fin de l'éclipse.

Les observations, poursuivies toute la journée, décèlent une perturbation magnétique surtout dès 13^{h}15^m. Cependant la correspondance frappante de

(1) Premier contact.

(2) La moitié de la surface du Soleil éclipsée.

(3) Phase annulaire.

(4) La moitié de la surface solaire découverte.

(5) Dernier contact.

la marche de la déclinaison avec les phases du phénomène solaire, semble écarter tout soupçon que la perturbation pourrait jeter sur la nature des anomalies observées sur la déclinaison; elles ne semblent pas être entièrement attribuables à la perturbation, mais elles manifestent aussi l'influence de l'éclipse même. Par la même raison, le courant de la traction électrique, qui passait assez proche, ne paraît pas avoir empêché la manifestation de la marche de l'éclipse sur les variations magnétiques observées.

Les observations de la déclinaison faites, d'heure en heure, au Collège de l'Immaculée de Santa-Fe, par le P. Sallaberry S.-J., le 3 décembre, décèlent aussi un fort écart de l'aiguille vers l'Ouest pendant la première partie de l'éclipse, et son retour vers l'Est pendant la seconde partie.

BIOLOGIE. — *Influence des conditions du milieu sur les larves du* Palæmonetes varians microgenitor *Boas*. Note de M. E. SOLLAUD, présentée par M. Y. Delage.

Le *Palæmonetes varians microgenitor* est fréquent le long des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, à l'embouchure des petites rivières, ou dans les étangs, fossés et creux d'eau saumâtre. Au moment de la reproduction, il peut arriver qu'une partie des larves soit entraînée à la mer; celles qui accomplissent toute leur évolution dans les eaux supralittorales rencontrent là des conditions de milieu essentiellement variables (par exemple sous le rapport de la température et de la salinité), susceptibles d'influer sur la marche du développement et de retentir sur la morphogenèse.

L'action de la température sur la vitesse du développement est extrêmement nette : dans un lot de larves (lot n° 1) écloses le 19 juin 1911, élevées à la station biologique de Roscoff, dans de l'eau saumâtre d'une salinité de 6g,5 pour 1000, la vie larvaire a duré de 23 à 33 jours et s'est achevée après un nombre de mues variant de 6 à 8. Par contre, des individus éclos le 16 juillet (lot n° 3), placés dans les mêmes conditions de salinité que les précédents, sont passés à l'état parfait au bout de 15 à 23 jours, et après 5 ou 6 mues. Or, la température moyenne de l'eau, dans les récipients d'élevage, a été d'environ 15° dans le premier cas, d'environ 18° dans le second. La salinité paraît agir dans le même sens que la température : des individus éclos en juin (lot n° 2), à peu près en même temps que ceux du lot n° 1, mais maintenus dans l'eau de mer du laboratoire,

ont terminé leur vie larvaire au bout de 20 à 29 jours, et après 5, 6 ou 7 mues.

Les stades larvaires I, II et III, chez les Palémonides marins de nos côtes, sont des plus faciles à caractériser et à distinguer de l'ensemble des stades plus âgés, au simple examen de l'armature que présente la carapace sur sa ligne médiane : Au stade I (*Zoea*), cette armature se réduit au rostre; au stade II, on observe vers le milieu du céphalothorax, sur la ligne médio-dorsale, une forte épine recourbée vers l'avant et finement denticulée le long de son bord concave; au stade III, une deuxième épine apparaît en avant de la précédente; à partir du stade IV, et jusqu'à la fin de la vie larvaire, il existe une rangée de trois épines, la plus antérieure étant située sur la partie basilaire du rostre. Il en est exactement de même dans presque toutes les larves du *P. varians microgenitor* que j'ai recueillies à l'état libre, au filet fin, dans les eaux saumâtres supralittorales; parfois cependant, j'ai trouvé quelques individus au stade III munis d'une seule épine, d'autres au stade IV munis seulement de deux épines sur la ligne médiane de la carapace. Il était naturel de se demander si cette particularité, qui semble d'ailleurs n'affecter qu'un petit nombre d'individus, était en relation avec l'habitat de ces larves dans des eaux dont la salinité est le plus souvent bien inférieure à celle de la mer.

Or, tous les élevages faits au laboratoire en eau saumâtre m'ont fourni une proportion très élevée de larves anormales, possédant une armature céphalothoracique réduite par rapport à celle qui existe, aux stades correspondants, chez la grande majorité des individus qui ont évolué en milieu normal. Contrairement à mon attente, cette proportion a été également très forte parmi les larves du lot n° 2, qui se sont développées dans l'eau de mer. Quelle qu'ait été la salinité de l'eau employée dans les expériences, la quantité des anormaux s'est toujours montrée beaucoup plus grande que chez les larves recueillies à l'état libre, en des localités et à des moments divers.

Pour expliquer ces résultats, il faut donc faire entrer avant tout en ligne de compte, non pas la plus ou moins grande quantité de sel dissous, mais un ensemble complexe de facteurs difficiles à préciser : différences dans le mode d'alimentation ou dans l'aération de l'eau, absence d'insolation directe dans les récipients d'élevage, etc. Les différences individuelles se manifestent au maximum sous l'influence des conditions anormales réalisées au laboratoire; d'une façon générale, ce sont les individus les plus grands qui présentent, pour chacun des stades larvaires, le nombre typique d'épines,

ce nombre étant plus ou moins réduit chez les individus de petite taille.

Le facteur *salinité* semble bien cependant entrer en ligne de compte. En effet : 1° dans le lot n° 2, élevé en eau de mer, la proportion des individus anormaux, munis d'un nombre réduit d'épines céphalothoraciques, bien que très élevé, a été moins considérable que dans les élevages en eau saumâtre; 2° dans toutes les larves de ce lot, l'armature de la carapace est arrivée, d'une façon plus ou moins tardive, à son complet développement, avant la fin de la vie larvaire : il y a eu seulement *hétérochronie;* en eau saumâtre, par contre, dans un très grand nombre d'individus, le nombre des épines médio-dorsales, au dernier stade *mysis*, se trouvait encore réduit à 2, ou même à 1, et par conséquent ne s'est jamais élevé à 3 ; 3° enfin, parmi les larves recueillies à l'état libre, la plus forte proportion d'individus anormaux a été constatée dans un lot provenant de pêches effectuées, près de Saint-Vaast-la-Hougue, dans des fossés où la salinité de l'eau, insensible au goût, atteignait à peine 3 pour 1000.

Il semble que ces variations larvaires peuvent retentir sur la morphologie de l'adulte. En effet, j'ai constaté que, au moins chez les individus jeunes, le nombre des dents du bord supérieur du rostre était en relation avec celui des épines céphalothoraciques propres à la larve; ce nombre était toujours plus faible, notamment, chez des individus provenant de larves où l'armature de la carapace n'était pas arrivée à son complet développement. Par suite, lorsqu'on observera, dans les localités plus ou moins distantes, des différences dans la polygone de fréquence des dents du rostre, il ne faudra pas se hâter de conclure à l'existence de races locales, génétiquement distinctes; ces différences pourront être la traduction d'un simple polymorphisme œcologique, résultat des conditions de milieu différentes rencontrées au cours de l'ontogenèse.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Ostéogénèse dans les greffes de cartilage mort.* Note de M. **J. Nageotte**, présentée par M. Yves Delage.

Ce processus a été observé dans des rondelles de cartilage auriculaire de lapin, fixées dans l'alcool et greffées dans l'oreille d'animaux de même espèce. Il est ébauché dans tous les cas, mais ne se développe que dans un petit nombre d'expériences.

En règle générale, les capsules closes des greffons de cartilage mort conservent indéfiniment dans leur cavité les corps des cellules cartila-

gineuses tuées par le fixateur et elles ne se laissent pénétrer par aucune cellule vivante. La cause de cette résistance à l'invasion des éléments vivants est purement mécanique, car en réalité les cellules conjonctives de l'hôte sont attirées par les cavités de la substance cartilagineuse morte, qu'elles remplissent aussitôt qu'une fissure leur permet d'y pénétrer. La pénétration s'observe toujours dans les capsules entamées par l'instrument tranchant, au niveau des surfaces de section.

Les petits bourgeons conjonctifs, qui s'introduisent dans les capsules ouvertes, présentent des caractères qui les distinguent nettement du tissu cellulaire lâche ambiant, d'où ils proviennent : leurs cellules sont proportionnellement plus nombreuses et ont une forme générale légèrement différente de celle des fibroblastes ordinaires; de plus, le feutrage de leurs fibrilles collagènes est infiniment plus délicat que la trame du tissu cellulaire lâche.

Le plus souvent les choses s'arrêtent là, et rien alors ne permet de deviner que ces petits bourgeons conjonctifs sont en réalité des ébauches de moelle osseuse, ce qui devient évident lorsque l'évolution se poursuit.

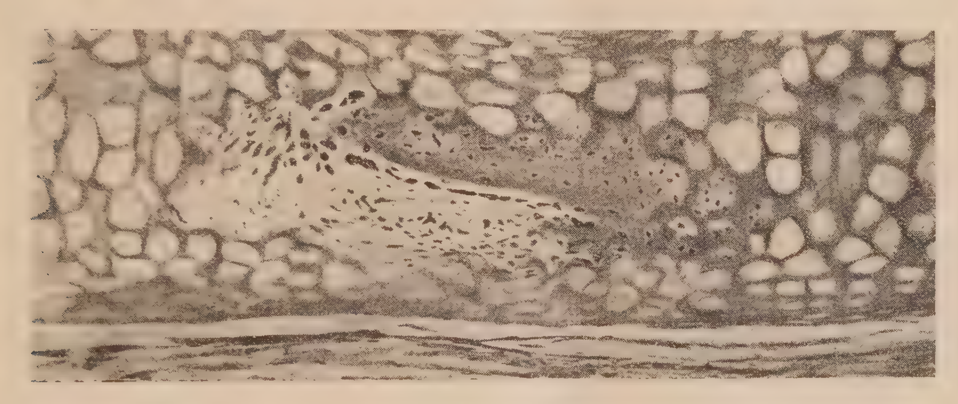
En pareil cas, les bourgeons conjonctifs pénètrent dans la profondeur du cartilage mort, en dissolvant sur leur passage la substance fondamentale. Lorsqu'ils sont arrivés au centre du greffon, leur pouvoir destructeur à l'égard de la substance cartilagineuse semble s'exalter, car ils se creusent une loge relativement volumineuse, qu'ils remplissent complètement. Bientôt apparaît, adossée à la substance cartilagineuse épargnée et lui adhérant, une aiguille osseuse qui est séparée du reste du bourgeon conjonctif par une rangée épithélioïde d'ostéoblastes; ces éléments, qui sont destinés à se transformer en ostéoplastes, proviennent eux-mêmes par métaplasie de cellules conjonctives du bourgeon. Le reste du bourgeon, qui se vascularise, prend de plus en plus l'aspect d'une moelle du type fibreux. La formation de ces noyaux osseux a lieu toujours dans les parties centrales du greffon et jamais à la périphérie.

L'analogie du processus qui vient d'être décrit avec l'ossification enchondrale de l'embryon se poursuit jusque dans certains détails. Ainsi l'on peut voir en quelques points des portions de cloisons persister incluses entre de petits nodules osseux qui se sont formés à l'intérieur de capsules cartilagineuses en parties conservées, de même qu'il persiste des travées de substance cartilagineuse dans l'épaisseur des lamelles osseuses, au cours de l'ossification enchondrale normale.

Ce qui manque seulement ici, c'est l'orientation des travées osseuses et

leur groupement suivant une architecture définie. Les canaux de Havers ne se constituent pas; il ne se forme qu'un peu de tissu osseux et non un os. En un mot, le processus est simplement histogénétique et non organogénétique. Par là ce phénomène se distingue essentiellement d'un autre phénomène décrit précédemment ([1]), qui aboutit à la formation d'une pièce squelettique surnuméraire au contact d'une greffe morte de cartilage ou de paroi artérielle.

L'ostéogenèse enchondrale dans les greffes mortes se rattache à un ordre de faits nouveaux. J'ai montré précédemment ([2]) que les tissus morts greffés attirent les fibroblastes et peuvent provoquer leur métaplasie. S'il s'agit du tissu conjonctif lâche, le repeuplement est très rapide et aucune métaplasie ne survient : au bout de peu de jours, la tunique externe d'une artère morte a repris ses habitants normaux et ne diffère plus en rien de ce qu'elle était avant d'avoir été tuée. Pour le tendon, le repeuplement est un peu plus lent,



Aiguille osseuse dans la profondeur d'un greffon de cartilage auriculaire mort deux mois après l'opération.

en raison de la difficulté du cheminement dans le tissu fibreux dense; une métaplasie se produit, puisque les fibroblastes migrateurs prennent les caractères des cellules tendineuses. Mais la façon dont se comporte la tunique moyenne des artères mortes, greffées et redevenues fonctionnelles, est particulièrement instructive : un très petit nombre d'éléments sont

---

([1]) J. Nageotte, *Formation de pièces squelettiques surnuméraires, provoquées par la présence de greffons morts dans l'oreille du lapin adulte* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. 81, 1918, p. 113).

([2]) J. Nageotte, *Sur la greffe des tissus morts* (*Ibid.*, t. 80, 1917, p. 460); *Reviviscence des greffes conjonctives mortes* (*Ibid.*, p. 889).

attirés, quoique les voies soient largement béantes dans la trame élastique au moment où se fait la phagocytose des fibres musculaires mortes, et tous les éléments immigrés se transforment en fibres musculaires, c'est-à-dire en éléments identiques à ceux qui habitaient le tissu avant sa mort [1].

Dans le cartilage mort, l'attraction des fibroblastes est évidente; lorsque l'ossification se produit, leur métaplasie est progressive; les cellules qui ont pu pénétrer se transforment successivement en cellules conjonctives de la moelle osseuse, en ostéoblastes, enfin en ostéoplastes. Cette métaplasie aboutit donc à la formation de cellules non pas identiques, mais supérieures d'un degré aux éléments qu'elles doivent remplacer; de même que chez l'embryon, ce sont des ostéoplastes qui se substituent aux chondroplastes. Naturellement il en résulte la nécessité d'un bouleversement complet de la substance interstitielle, qui fait contraste avec l'intégrité persistante de la trame conjonctive dans les autres catégories de greffes mortes.

PHYSIOLOGIE. — *La Karyokinétose; faits nouveaux et considérations générales.* Note de M. A. **Paillot**, présentée par M. Paul Marchal.

Dans une précédente Note [2], nous avons décrit, sous le nom de karyokinétose, une réaction nouvelle d'immunité, observée chez quelques chenilles de Macrolépidoptères. Depuis, nous avons eu l'occasion d'observer cette même réaction chez d'autres chenilles, en particulier celles de plusieurs espèces de *Mamestra* parasites du chou. La réaction est plus précoce que chez les chenilles d'*Euproctis chrysorrhœa* et *Lymantria dispar :* on observe généralement les premières figures de karyokinèse vers la vingtième heure, quelquefois même dès la quinzième; la réaction se poursuit pendant deux à trois jours environ. Toutes les espèces microbiennes entomophytes expérimentées la déterminent, même les Coccobacilles les plus pathogènes, comme *Bacillus melolonthæ liquefaciens* α, *Bacillus lymantriæ adiposus*. Il est à noter, toutefois, que ces derniers ne la provoquent qu'au premier passage, c'est-à-dire à leur minimum de virulence. L'intensité de la réaction

---

(1) J. Nageotte et L. Sencert, *Greffes fonctionnelles d'artères mortes* (*Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 793); *Sur les phénomènes biologiques mis en évidence par les greffes fonctionnelles d'artères mortes* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. 82, 1919, p. 45).

(2) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 396.

varie avec les individus, mais dans de faibles limites. Le chauffage, la filtration sur porcelaine, n'altèrent pas sensiblement les propriétés de l'émulsion microbienne ; on peut donc considérer la karyokinétose comme la conséquence directe de l'action d'un produit microbien particulier, sur les macronucléocytes du sang : la réaction apparaît, par suite, comme un phénomène indépendant de la phagocytose.

Le produit microbien qui provoque la karyokinétose est caractérisé par sa grande thermostabilité, il n'est pas détruit par le chauffage à 80°; l'ébullition, même prolongée quelques minutes, l'altère à peine; au-dessus de 100°, la destruction est rapide et complète.

Doit-on considérer la karyokinétose comme une réaction d'immunité au sens strict du mot? Nous le croyons. En effet, nous ne l'avons jamais observée chez les Insectes qui offrent peu de résistance à l'infection, par exemple : le Hanneton et sa larve, les chenilles de *Vanessa urticae*, d'*Eriogaster lanestris*, de *Pieris brassicae* et *Pieris rapae*. Or la phagocytose est plus ou moins active dans le sang de toutes ces espèces; elle est même très active pour certaines espèces microbiennes comme *Bacillus liparis*, et cependant la mortalité est élevée parmi les chenilles inoculées. L'immunité est aussi incomplète chez les chenilles plus résistantes, celles de *Lymantria dispar* par exemple. Nous possédons, par contre, un Coccobacille de Hanneton isolé cette année, vis-à-vis duquel un certain nombre de chenilles se montrent d'une immunité absolue, entre autres celle de *Lymantria*; ce Coccobacille n'est cependant pas phagocyté plus énergiquement par les micronucléocytes des chenilles que *Bacillus liparis* : or il provoque plus sûrement et plus intensément la karyokinétose que n'importe quelle autre espèce microbienne.

S'il n'y a pas là une preuve absolue du rôle actif de la karyokinétose dans l'immunité, du moins y a-t-il de fortes présomptions en faveur de cette hypothèse.

Il existe d'ailleurs, chez les Vertébrés, des phénomènes comparables à la karyokinétose : il est bien connu, par exemple, que les organes hématopoïétiques, la rate et les ganglions lymphatiques en particulier, fonctionnent anormalement lorsque l'organisme est en état d'infection. Bezançon et Labbé ont montré, d'autre part, que les maladies à mononucléose, c'est-à-dire celles où les organes producteurs de mononucléaires déversent dans le sang une quantité anormale de ces éléments, sont précisément celles qui laissent après elles une immunité durable (la variole, la fièvre typhoïde, par exemple). D'un autre côté, dans les maladies à polynucléaires, la mono-

nucléose apparaît à la convalescence et lorsqu'il y a un essai d'immunisation au moins pour un temps. Dans tous ces cas de mononucléose, il y a multiplication active des cellules mères de mononucléaires par karyokinèse.

Il est impossible de ne pas être frappé par la similitude de ces phénomènes réactionnels chez les Vertébrés les mieux organisés et les Invertébrés. Cette similitude s'explique si l'on admet que les macronucléocytes correspondent aux mononucléaires et les micronucléocytes aux polynucléaires. L'absence d'organes hématopoïétiques spécialisés chez les Insectes explique pourquoi la réaction de karyokinétose se manifeste dans le sang circulant, alors que chez les Vertébrés on l'observe seulement au niveau des organes spécialisés. Chaque macronucléocyte du sang d'Insecte fonctionnerait donc comme s'il constituait un organe hématopoïtique à lui seul.

De toutes façons, la conséquence de la réaction est une mononucléose ou une macronucléocytose, et le résultat une manifestation active de l'immunité.

Nous attirons l'attention sur l'importance de l'étude systématique des phénomènes de réaction immunitaire chez les Insectes et les Invertébrés d'une façon générale; la simplification de l'organisme facilite beaucoup cette étude; les résultats obtenus peuvent servir indirectement à mieux comprendre les actions beaucoup plus complexes auxquelles donnent lieu les organismes des êtres plus hautement différenciés.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Nouveaux essais de transmission du tréponème de la paralysie générale au lapin*. Note de MM. **A. Marie** (de Villejuif), **C. Levaditi** et **G. Banu**, présentée par M. Roux.

Nous avons montré, en 1913 [1], que le tréponème circule dans le sang des paralytiques généraux; en effet, l'injection de ce sang dans le testicule et le scrotum du lapin, provoque l'apparition de lésions papulo-squameuses contenant de nombreux spirochètes, lésions transmissibles en série. Nous avons démontré ultérieurement [2] qu'entre le tréponème *neurotrope* de la maladie de Bayle et le spirochète *dermotrope* de la syphilis habituelle, il existe des dissemblances biologiques frappantes et qu'il y a lieu de considérer ces deux germes comme des variétés à part [3].

---

(1) Levaditi, *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 864.

(2) Levaditi et A. Marie (de Villejuif), *Comptes rendus*, t. 158, 1914.

(3) Un Mémoire étendu paraîtra dans un autre Recueil.

Ayant repris ces recherches dès février 1919, il nous a été possible de conférer à nouveau des lésions spécifiques au lapin, par injection de sang de paralytiques généraux.

Voici les détails de ces nouvelles expériences :

Souche I. — Sang du malade *Char*..., 34 ans. Paralysie générale depuis environ *deux ans*. Amnésie, déséquilibre mental, euphorie, immobilité pupillaire, tremblements fibrillaires de la langue. Pas d'antécédents spécifiques reconnus. Réaction de Wassermann positive dans le sang et le liquide céphalo-rachidien, le 17 juin 1919. Actuellement en état de rémission.

Le 17 juin, inoculation de 8cm³ de sang frais dans le testicule et le scrotum du lapin n° 99 K. Réaction imflammatoire les jours suivants disparaissant deux semaines après. Le 29 août, soit 76 *jours* après l'inoculation, *lésions papulo-squameuses du prépuce*. Il s'agit d'efflorescences serpigineuses, disposées circulairement autour de l'orifice prépucial et au voisinage de l'anus. Très vasculaires, ces papules saignent au moindre contact. Elles sont couvertes de croûtes squameuses et renferment de nombreux tréponèmes mobiles. Le 22 septembre, on constate *une lésion semblable située à l'angle interne de l'œil droit* (présence de tréponèmes). Les lésions augmentent les jours suivants, elles persistent à l'heure actuelle.

Souche II. — Un autre animal (lapin n° 34) a servi à l'inoculation du sang provenant de deux *paralytiques généraux*, dont voici les observations :

Pres..., 45 ans, réformé en 1918 pour paralysie générale. Syphilis à 25 ans. Euphorie, dysarthrie marquée, pupilles inertes, ptosis droit, réflexes patellaires indécis. Réaction de Wassermann positive avec le sang et le liquide céphalo-rachidien. Décédé.

Dor..., 36 ans, paralysie générale. Syphilis à 20 ans. Affaiblissement intellectuel, amnésie, signe d'Argyll, dysarthrie, marche incoordonnée. Réaction de Wassermann positive.

70 jours après l'inoculation, le lapin 34 montre des papulo-squames préputiales, avec de très nombreux tréponèmes. Ces lésions augmentent d'intensité le 5 septembre; 5 jours après on constate un phymosis dû à l'état inflammatoire et œdémateux du prépuce. Même état à l'heure actuelle, soit 81 jours depuis le début.

Souche III. — *Lapin* n° 35, inoculé avec le sang des deux paralytiques généraux suivants :

Meu..., 40 ans. Paralysie générale en état de rémission. Affaiblissement démentiel, euphorie, instabilité, pysarthrie, inégalité pupillaire. Réaction de Wassermann positive.

Ca..., 44 ans. Affaiblissement psychique, inertie, dysarthrie très marquée, rigidité des pupilles, nie la syphilis (plusieurs enfants morts en bas âge et une fausse couche de sa femme). Réaction de Wassermann positive.

Le lapin n° 35 offre la même lésion que le lapin n° 34. Même état actuel (phymosis). Toutefois, les tréponèmes, présents le 5 septembre, ont disparu depuis.

Passages. — Le virus de la souche n° I a servi à pratiquer des passages. Un lapin, inoculé dans le prépuce, a montré une lésion analogue aux précédentes, après une incubation de 14 jours (présence de tréponèmes).

Conclusions. — Confirmant nos résultats de 1913, il nous a été possible de transmettre au lapin le tréponème circulant dans le sang des paralytiques généraux et obtenir ainsi trois souches de virus neurotrope. Toutefois, ces souches diffèrent de celle que nous avons eu entre les mains la première fois, par la localisation des lésions, préputiale et anale, avec les virus récents, exclusivement scrotale pour l'ancien virus. En outre, cette fois-ci, nous avons constaté une manifestation palpébrale de nature métastatique (lapin 99). Quant aux détails histologiques des altérations engendrées par les virus P. G., ils sont identiques à ceux décrits dans notre première Note. A relever tout particulièrement l'affinité épithéliale des tréponèmes. Les spirochètes, en quantité considérable, pullulent autour et vraisemblablement aussi à l'intérieur des cellules épidermiques (couche de Malpighi), constituant un véritable feutrage enchâssant ces cellules.

A 16 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17 heures.

É. P.